

Optischer Sensor

Die Erfindung betrifft einen optischen Sensor zum Erfassen von Verbrennungsvorgängen in einem Brennraum und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Sensors.

Optische Sensoren dienen in Verbrennungsmotoren, beispielsweise in Ottomotoren oder Dieselmotoren, der Beobachtung der Verbrennung. Die zeitliche Aufnahme der Helligkeit in einem Brennraum liefert einerseits wichtige Daten als Randbedingungen für Computermodelle, da auf Grund der Helligkeit auf die Temperatur geschlossen werden kann. Andererseits kann bei der Ermittlung der Helligkeit auf die Russ-Konzentration im Brennraum geschlossen werden. Aufgrund immer schärferer Vorschriften der Abgas Gesetzgebung werden grosse Anstrengungen unternommen, die Russ Bildung bei der Verbrennung in Motoren zu verringern. Optische Sensoren liefern für diese Entwicklungen wertvolle Daten.

So werden beispielsweise, wie in der EP 0593413 beschrieben, eine Vielzahl von optischen Sensoren in der Zylinderkopfdichtung einer Brennkraftmaschine angeordnet. Der Durchmesser solcher Sensoren darf für diesen Zweck in der Regel nicht grösser als etwa 2 mm sein. Der Erfassungswinkel von Sensoren dieser Anwendung liegt bei 10 bis 40°.

Für diesen Anwendungsbereich sind eine Vielzahl von Sensoren im Brennraum vorgesehen, um die räumliche Ausdehnung der Verbrennung erfassen zu können. In diesem Fall wird ein entsprechend kleinerer Erfassungswinkel vorgesehen.

Andere Anwendungsbereiche sehen einen einzigen Sensor vor, der möglichst viel des im Brennraum emittierten Lichtes erfassen soll. Von einem solchen Sensor wird ein grosser Erfassungswinkel gefordert. Dafür verwendete Sensoren weisen einen Erfas-

sungswinkel von etwa 110° auf. Der Durchmesser solcher Sensoren liegt bei über 10 mm. Daher lassen sich solche Sensoren nicht in eine Zündkerze oder Glühkerze einbauen.

Solche Sensoren werden beispielsweise direkt in den Zylinderkopf in dafür angebrachte Öffnungen eingebaut. Schwierigkeiten entstehen beim Einbauen und Abdichten der entstandenen Öffnungen.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, einen optischen Sensor in eine Zündkerze eines Ottomotors oder in eine Glühkerze eines Dieselmotors einzubauen. Dies geschieht beispielsweise mittels eines am Sensor angebrachten Gewindes. Dies hat den Vorteil eines schnellen Ein- und Ausbaus und bedarf keine zusätzlichen mechanischen Arbeiten am Motor.

Es stellt sich somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen optischen Sensor anzugeben, der einen Erfassungswinkel von mindestens 130° aufweist und dessen Querschnitt nicht grösser als 10 mm, vorzugsweise kleiner als 6.5 mm, insbesondere 2.5 bis 3.5 mm ist.

Optische Sensoren bestehen üblicherweise aus einer Linse, die das Licht, das von einer Seite auftritt, durchlässt und auf der gegenüberliegenden Seite wieder austreten lässt. Anschliessend trifft das Licht auf einen Lichtleiter, der das Licht zu einem Erfassungsgerät weiterleitet. An diesem Erfassungsgerät wird das Lichtsignal zu Daten verarbeitet und in eine Form aufbereitet, die eine weitere Auswertung der Informationen ermöglicht.

Die Linse sowie ein Ende des Lichtleiters werden in der Regel von einer Hülse umgeben und zusammengehalten. Die Schwierigkeit der Zentrierung stellt sich vor allem bei sehr kleinen Durchmessern und Tiefen der Linsen.

Es stellt sich somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine Linse eines optischen Sensors mit höchster Präzision zentriert werden kann.

Die Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Teile der unabhängigen Patentansprüche

Die Erfindung wird unter Verwendung der folgenden Zeichnung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemässe Ausführungsform eines optischen Sensors

Fig.1 zeigt die Spitze eines optischen Sensors. In diesem Ausführungsbeispiel wird ein Linsensystem, bestehend aus zwei Linsen 1, 2, dargestellt. Die erste Linse 1 ist eine Plan-konkave Linse, wobei die plane Fläche dem Brennraum zugewandt ist. Die zweite Linse 2 ist eine doppelkonkave Linse und unmittelbar hinter der ersten Linse 1 angeordnet. Beide Linsen sind in einer Hülse 4 untergebracht. Ein Lichtleiter 5 ragt mit einem Ende ebenfalls in die Hülse 4. Der Lichtleiter 5 ist ebenfalls sehr präzise positioniert. Durch den Lichtleiter 5 wird das erfasste Licht geleitet und gelangt schliesslich in ein dafür geeignetes Erfassungsgerät, das das Licht zu einem Signal aufbereitet und für weitere Zwecke auswertet. Ein solcher Sensor lässt sich, beispielsweise mittels eines am Sensor angebrachten Gewindes, in eine Zündkerze oder Glühkerze einbauen.

Das Linsensystem 1, 2 gewährt einen Strahlengang, der einen Erfassungswinkel von 110° bis 140° aufweist. Insbesondere erweisen sich Linsensysteme von 130° bis 135° für diese Zwecke sehr gut.

Die verwendeten Linsen 1, 2 bestehen aus einem Material, das einen thermischen Expansionskoeffizienten bei 0 bis 400°C von weniger als $10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, insbesondere zwischen $0.15 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und $6.7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ aufweist. Die Mantelfläche mindestens der Linse 1 muss lötbar sein oder lötbar ausgestaltet sein, beispielsweise durch eine Metallisierung. Beide Linsen 1, 2 sollen Lichtwellen-

len bis zu 10 μm , mindestens im Bereich 0.2 bis 2 μm durchlassen. Als geeignet haben sich beispielsweise Saphir und Quarzglas erwiesen. Der Lichtleiter 5 endet unmittelbar in vordefiniertem Abstand zur Linse 2 und ist im Bereich der Hülse 4 gefasst. Im hinteren Bereich des Sensors wird der Lichtleiter 6 mit einer geeigneten Masse 6 in den Sensor eingegossen.

Interessant an diesem Linsensystem 1, 2 ist die Möglichkeit, kleine Linsen 1, 2 und somit kleine Sensoren herstellen zu können. Solche Sensoren sollen in eine Zündkerze oder in eine Glühkerze eingebaut werden können. Daher ist es wünschenswert, Linsensysteme 1, 2 von einem Durchmesser von $< 8 \text{ mm}$, vorzugsweise $< 5 \text{ mm}$, insbesondere $< 2.4 \text{ mm}$ herzustellen. Dadurch wird der Aussendurchmesser der Hülse 4 $< 10 \text{ mm}$, vorzugsweise $< 6.5 \text{ mm}$, insbesondere 2.5 bis 3.5 mm.

Die vom Licht zu durchtretene Länge des Linsensystems 1, 2 ist in der Regel höchstens so gross ist wie der Durchmesser des Linsensystems 1, 2, vorzugsweise 50 bis 75 % des Durchmessers des Linsensystems 1, 2.

In die Aussparung der Hülse 4 müssen die Linsen 1, 2 mit hoher Präzision zentriert eingebracht und befestigt sein. Der Lichtleiter muss in genau vordefiniertem Abstand der Linse angebracht sein. Die Präzision ist um so erforderlicher, je kleiner der Durchmesser der Linsen 1, 2 sind. Bereits eine geringe Abweichung der zentrierten Lage verschlechtert das Signal bis zur Unbrauchbarkeit. Das hier angegebene erfinderische Verfahren ermöglicht diese erforderliche präzise Zentrierung.

Die Linsen 1, 2 haben gegenüber der Aussparung der Hülse 4, in der sie eingelagert sind, ein Spiel von 5 bis 10 μm . Die Hülse besteht aus einem Material, das einen thermischen Expansionskoeffizient im Bereich von 0 bis 400 $^{\circ}\text{C}$ von weniger als $10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, insbesondere von weniger als $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ aufweist. Zudem muss das Material der Hülse 4 lötbar sein und andauernde

Temperaturen bis 600 °C und kurzzeitige Temperaturen bis 950 °C aushalten können. Die Hülse 4 muss eine Temperaturwechsel-
festigkeit von etwa 50 K/10 ms aufweisen. Die Wärmeleitfähigkeit des Materials der Hülse 4 sollte mindestens 20 W/mK, vorzugsweise mindestens 50 W/mK sein. Das Material der Hülse 4 muss mechanisch bearbeitbar sein mit einer Genauigkeit von $\pm 10 \mu\text{m}$, vorzugsweise $\pm 5 \mu\text{m}$.

Das Verfahren der Zentrierung der Linsen 1, 2 in der Aussparung der Hülse 4 besteht darin, den durch das Spiel 3 entstandene Spalt 3 zwischen der ersten Linse 1 und der Hülse 4, gegebenenfalls auch den Spalt zwischen der Linse 2 und der Hülse 4 mit einer Lötmasse zu füllen. Die Lötmasse soll einen oberen Schmelzpunkt von 770 bis 1100 °C aufweisen und eine gute Benetzbarkeit aufweisen.

Die axiale Ausrichtung von Lichteiter 5 und Linsensystem 1, 2 soll ebenfalls sehr präzise sein mit einer Abweichung kleiner als $10 \mu\text{m}$, vorzugsweise kleiner als $5 \mu\text{m}$. Dies wird erreicht, indem die Hülse tiefgezogen wird.

Patentansprüche

1. Optischer Sensor zum Erfassen von Verbrennungsvorgängen in einem Brennraum, mindestens bestehend aus einem dem Brennraum zugewandten Linsensystem (1, 2), einem Lichtleiter (5) und einer das Linsensystem und ein Ende des Lichtleiters umgebene Hülse (4), dadurch gekennzeichnet, dass das Linsensystem (1, 2) aus mindestens einer im wesentlichen plankonkaven Linse (1) und einer doppelkonkaven Linse (2) besteht, wobei die plane Seite der plankonkaven Linse (1) dem Brennraum ausgesetzt ist.
2. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Erfassungswinkel des Linsensystems (1, 2) mindestens 130° , vorzugsweise mindestens 135° insbesondere bis 140° aufweist.
3. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsen (1, 2) aus Saphir oder Quarzglas bestehen.
4. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die plankonkave Linse (1) an ihrer Mantelfläche mit einer Metallisierung umgeben ist.
5. Sensor gemäss Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die plankonkave Linse (1) mit einem Lotmaterial an der Hülse (4) befestigt ist.
6. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Linsensystem (1, 2) einen maximalen Durchmesser von < 8 mm, vorzugsweise von < 5 mm, insbesondere von < 2.4 mm aufweist.
7. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Licht zu durchtretene Länge des Linsensystem (1, 2) höchstens so gross ist wie der Durchmesser, vorzugsweise zwischen 50 und 75 % des Durchmessers des Linsensystem (1, 2) beträgt.

8. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussendurchmesser der Hülse (4) höchstens 10 mm, vorzugsweise höchstens 6.5 mm, insbesondere etwa 3.5 mm aufweist.
9. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor in eine Zündkerze oder in eine Glühkerze eingebaut werden kann.
10. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Spiel (3) zwischen dem Aussenradius der Linsen (1, 2) und dem Innenradius der Hülse (4) kleiner als 10 μm , vorzugsweise etwa 5 μm ist.
11. Sensor gemäss Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die dem Brennraum zugewandte Linse (1) mit einem Lotmaterial an der Hülse (4) im Bereich des Spaltes (3) befestigt ist.
12. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (4) aus einem Material besteht, das eine anhaltende Temperaturbelastung von 600 °C und eine kurzzeitige Temperaturbelastung von 950 °C aushält.
13. Sensor gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (4) aus einem Material besteht, das eine thermische Ausdehnung im Bereich von 0 bis 400 °C von weniger als $10.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, insbesondere von weniger als $7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ aufweist.
14. Verfahren zum Zentrieren von einer oder mehreren Linsen (1, 2) und eines Lichtleiters (5) in einer Hülse (4) eines optischen Sensors zum Erfassen von Verbrennungsvorgängen in einem Brennraum, dadurch gekennzeichnet, dass der Spalt (3) zwischen dem Aussenradius der Linsen (1, 2) und dem Innenradius der Hülse (4) kleiner als 10 μm , vorzugsweise etwa 5 μm ist und dass der Spalt (3) mit einer Lötmasse ausgefüllt wird und dass die Abweichung der axialen Ausrichtung von

Lichteiter (5) und Linsensystem (1, 2) weniger als 10 μm , vorzugsweise weniger als 5 μm ist.

15. Verfahren gemäss Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine tiefgezogene Hülse (4) verwendet wird.
16. Verfahren gemäss Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor ein Linsensystem (1, 2) von mindestens zwei Linsen (1, 2) umfasst.
17. Verfahren gemäss Anspruch 14, 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor Merkmale gemäss einer der Ansprüche 1 bis 13 aufweist.

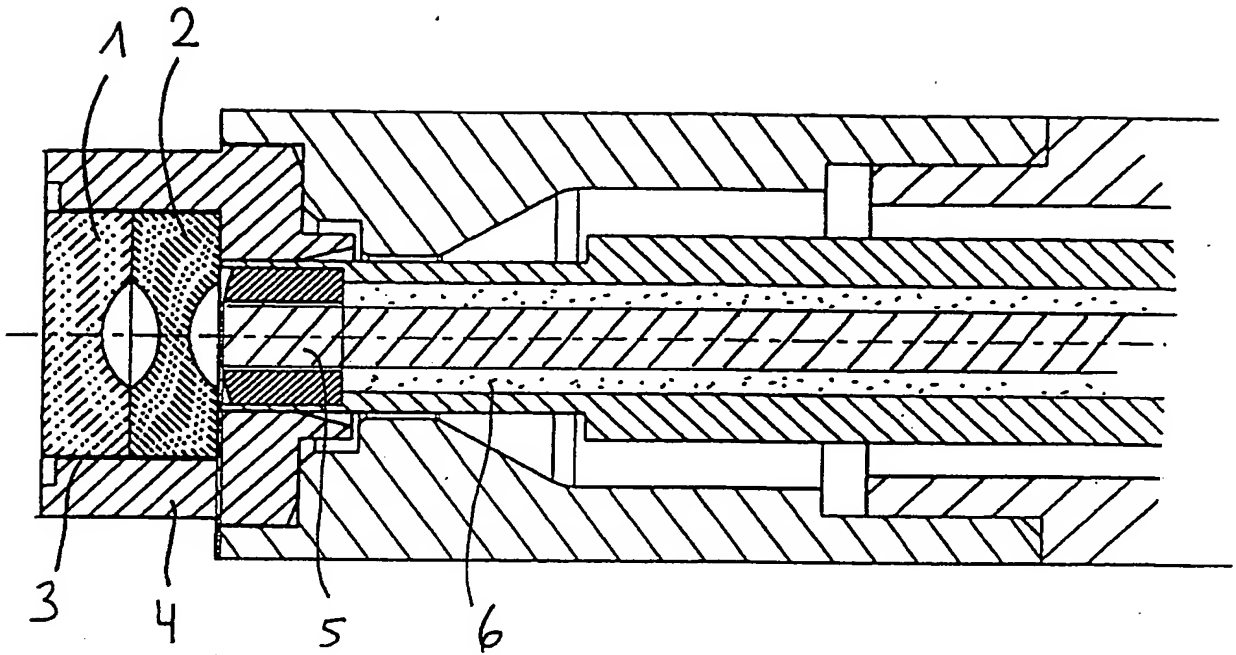


Fig. 1

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01M15/00 G01J5/00 G01J5/08 F02B77/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01M G01J F02B G01L G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/134138 A1 (PHILIPP HARALD ET AL) 26 September 2002 (2002-09-26)	14
A	paragraphs '0027!', '0031!', '0033!	1,3-13
A	US 2002/027723 A1 (LEI FANG) 7 March 2002 (2002-03-07) paragraphs '0030!' - '0033!', '0036!; figure 1c	1
A	EP 0 385 321 A (OLYMPUS OPTICAL CO) 5 September 1990 (1990-09-05) abstract; figure 3B	1,9
A	US 6 320 184 B1 (PHILIPP HARALD ARNULF ET AL) 20 November 2001 (2001-11-20) column 2, line 61 - column 3, line 19; figures 2,3	1,3,12, 13
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 July 2004

Date of mailing of the international search report

28/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Tietje, K

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 753 224 A (TOJO YOSHIKAZU) 28 June 1988 (1988-06-28) column 2, line 28 - column 4, line 14; figures 5,6,14	1

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2002134138	A1	26-09-2002	AT	5153 U1		25-03-2002
			DE	10209752 A1		02-10-2002
			JP	2002372454 A		26-12-2002
US 2002027723	A1	07-03-2002	DE	19858785 A1		06-07-2000
			WO	0037988 A1		29-06-2000
EP 0385321	A	05-09-1990	JP	2289809 A		29-11-1990
			JP	2709159 B2		04-02-1998
			DE	69031766 D1		15-01-1998
			DE	69031766 T2		18-06-1998
			EP	0385321 A2		05-09-1990
			US	5335061 A		02-08-1994
US 6320184	B1	20-11-2001	AT	2910 U1		25-06-1999
			DE	19932202 A1		09-03-2000
			DE	29924247 U1		25-07-2002
US 4753224	A	28-06-1988	JP	2071732 C		25-07-1996
			JP	5002205 B		12-01-1993
			JP	62283309 A		09-12-1987
			DE	3717077 A1		26-11-1987

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01M15/00 G01J5/00 G01J5/08 F02B77/08

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01M G01J F02B G01L G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/134138 A1 (PHILIPP HARALD ET AL) 26. September 2002 (2002-09-26)	14
A	Absätze '0027!, '0031!, '0033! -----	1,3-13
A	US 2002/027723 A1 (LEI FANG) 7. März 2002 (2002-03-07)	1
	Absätze '0030! - '0033!, '0036!; Abbildung 1c -----	
A	EP 0 385 321 A (OLYMPUS OPTICAL CO) 5. September 1990 (1990-09-05)	1,9
	Zusammenfassung; Abbildung 3B -----	
A	US 6 320 184 B1 (PHILIPP HARALD ARNULF ET AL) 20. November 2001 (2001-11-20)	1,3,12, 13
	Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 19; Abbildungen 2,3 ----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Tietje, K

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 753 224 A (TOJO YOSHIKAZU) 28. Juni 1988 (1988-06-28) Spalte 2, Zeile 28 - Spalte 4, Zeile 14; Abbildungen 5,6,14	1

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2002134138	A1	26-09-2002	AT	5153 U1	25-03-2002
			DE	10209752 A1	02-10-2002
			JP	2002372454 A	26-12-2002
US 2002027723	A1	07-03-2002	DE	19858785 A1	06-07-2000
			WO	0037988 A1	29-06-2000
EP 0385321	A	05-09-1990	JP	2289809 A	29-11-1990
			JP	2709159 B2	04-02-1998
			DE	69031766 D1	15-01-1998
			DE	69031766 T2	18-06-1998
			EP	0385321 A2	05-09-1990
			US	5335061 A	02-08-1994
US 6320184	B1	20-11-2001	AT	2910 U1	25-06-1999
			DE	19932202 A1	09-03-2000
			DE	29924247 U1	25-07-2002
US 4753224	A	28-06-1988	JP	2071732 C	25-07-1996
			JP	5002205 B	12-01-1993
			JP	62283309 A	09-12-1987
			DE	3717077 A1	26-11-1987

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.